ESSAI
D'UNE
EXPLICATION PHYSIQUE
DES COULEURS ENGENDRÉES SUR DES SURFACES EXTRÊMEMENT MINCES,
PAR M. EULER.

I.

M. *Newton* s'étant apperçu que deux de ſes Priſmes, dont il ſe ſervoit dans ſes Expériences, s'étoient recourbés, il tâcha de les redreſſer en les appuyant avec force l'un contre l'autre, & il vit avec ſurpriſe que dans l'endroit de la plus forte preſſion, il s'étoit formé des lignes colorées, en forme de Conchoïdes. Cette Expérience l'a engagé à examiner plus exactement ce phénomene, qui lui parut très ſingulier; & dans cette vuë il preſſa la ſurface convexe d'un grand verre objectif contre un verre plan, & autour de l'endroit d'attouchement il remarqua des cercles concentriques colorés, dont il obſerva très ſoigneuſement l'ordre des couleurs. Il rapporte dans ſon excellent Traité d'Optique un grand nombre d'Expériences de cette eſpece, qu'on a regardées jusqu'ici à juſte titre comme le plus étrange phénomene dans la Théorie des couleurs.

II. Les expériences, que M. *Mazeas*, Bibliothecaire du Duc & Maréchal de *Noailles*, vient de communiquer à l'Académie, roulent ſur ce même phénomene, qu'il a tâché de mieux déveloper par d'autres combinaiſons de deux verres. Il s'eſt ſervi pour cet effet des verres plans, où il remarqua que la ſeule preſſion n'étoit pas capable de produire les couleurs, qui ſe ſont preſentées dans les Expériences de *New-*

Newton; mais, après les avoir bien frottés l'un ſur l'autre, il eût la ſatisfaction de voir naitre ces bandes colorées, où il obſerva dans les couleurs le même ordre, que *Newton* avoit marqué. Il fit de plus ces Expériences ſous des circonſtances bien differentes, & même dans le vuide, qui paroiſſent ſuffiſantes à nous éclaircir entièrement ſur le fait.

III. En réflêchiſſant bien ſur ces phénomenes, on verra qu'ils ſe réduiſent à celui d'une lame mince transparente : & M. *Newton* a déjà obſervé, qu'une matiere transparente quelconque, étant réduite à une lame extrèmement mince, paroit teinte de diverſes couleurs, qui ſe ſuivent les unes les autres presque toujours en même ordre. Dans les Expériences alleguées il ſe trouve entre les deux verres une telle lame mince d'air, ou bien d'ether, ſi l'on juge les particules de l'air trop groſſieres : c'eſt donc l'air, ou l'ether, qui dans cet état préſente les couleurs qu'on obſerve, entant qu'il y eſt réduit à une lame extrèmement mince.

IV. Les bulles de ſavon nous repréſentent encore plus évidemment ce même phénomene. Car, en enflant de plus en plus ces bulles, leur ſurface devient de plus en plus mince, & atteint bientôt ce degré d'épaiſſeur requis pour préſenter les couleurs. Ici on voit clairement, comme dans les autres Expériences, que la diverſité des couleurs dépend de l'épaiſſeur de la lame transparente, laquelle étant réduite au point de paroître colorée, à meſure que ſon épaiſſeur diminuë au delà, les couleurs changent ſucceſſivement, & deviennent auſſi plus brillantes. Car on remarque qu'après une certaine révolution les mêmes couleurs reparoiſſent avec un plus grand éclat, jusqu'à ce qu'enfin la lame devient ſi mince, qu'elle redevient parfaitement transparente, ou qu'elle perd la continuité, où les couleurs disparoiſſent.

V. Ce phénomene ſemble d'autant plus bizarre, que les matieres les plus opaques, étant réduites à des lames extrèmement minces, acquierent une transparence parfaite, comme le grand *Newton* l'a auſſi prouvé par quantité d'Expériences; pendant que les matières transparen-

rentes, étant renduës aussi minces, paroissent recevoir la nature des matieres opaques, entant qu'elles nous renvoyent des rayons colorés. Cependant il faut remarquer, que la transparence n'est pas en opposition avec la couleur, vû qu'il y a des corps transparens, qui sont néanmoins colorés; & les Expériences de *Newton* ne prouvent point, que les parcelles minces des corps opaques soient destituées de toute couleur, quoiqu'elles paroissent transparentes.

VI. Cette considération porte donc plutôt nôtre phénomene à une plus grande généralité, entant qu'il s'étend à tous les corps, tant transparens qu'opaques. Car, après que ces derniers par une suffisante diminution de leur épaisseur, auront perdu leur opacité, ils seront assujettis aux mêmes propriétés que ceux-là, qui sont transparens de leur nature, de sorte que s'il est possible de diminuer au delà leur épaisseur, on y appercevra de pareilles couleurs que dans les lames minces des matieres transparentes: & si pour prouver cela les observations manquent, la raison en est évidemment, qu'il n'est pas possible de réduire toutes les matières à tous les degrés de subtilité, qu'il faudroit pour faire paroître toutes les diverses couleurs.

VII. Le phénomene étant donc constaté, il s'agit d'expliquer la cause physique, pourquoi des lames assés minces pour être transparentes, si l'on diminuë de plus en plus leur épaisseur, elles paroissent colorées? & pourquoi les couleurs changent continuellement, à mesure que leur épaisseur devient plus petite? Feu M. *Newton* s'est donné bien de la peine, dans son excellent Ouvrage d'Optique, de découvrir cette cause physique: & il faut avouër que ce phénomene renferme le véritable caractére, par lequel on doit juger de la justesse de quelque Théorie que ce soit, pour expliquer la véritable nature des couleurs.

VIII. Car, quelque bonne que paroisse d'ailleurs une Théorie pour expliquer les autres phénomenes de la lumiere & des couleurs, lorsqu'elle ne nous met pas en état de rendre raison de ce phénomene singulier, ou qu'elle lui est même contraire, il n'y a aucun doute, qu'une

telle

telle Théorie eſt encore bien éloignée de la vérité, & qu'elle lui eſt même contraire. Et on ne ſauroit être aſſuré de la juſteſſe d'une Théorie, à moins qu'elle n'explique auſſi heureuſement ce phénomene ſingulier, que les phénomenes ordinaires. Il ſemble même de plus qu'une Théorie, qui ſatisfait également à tous ces phénomenes à la fois, ne ſauroit être fauſſe.

IX. Quelque ſagacité que *Newton* ait emploié pour expliquer ces phénomenes, tout le monde doit convenir, qu'il ne s'y trouve pas ce degré d'evidence, qui eſt l'infaillible caractère de la verité. Il a imaginé pour cet effet dans une ſurface réfrigente des accès de facile transmiſſion, & des accès de facile réfléxion : & c'eſt de là qu'il tâche d'expliquer, pourquoi de tous les rayons qui tombent ſur une même ſurface transparente, les uns ſont transmis & les autres réflêchis; en diſant que les uns ſe trouvent dans des accès de facile transmiſſion, & les autres dans des accès de facile réfléxion.

X. Ces differens accés ſe trouvent donc, ſelon *Newton*, dans une lame transparente extrèmement mince, & dont l'épaiſſeur eſt variable; comme il arrive dans la lame d'air, qui ſe trouve entre deux verres, l'un convexe & l'autre plan. Au centre, ou au point d'attouchement mutuel, l'épaiſſeur eſt évanouïſſante, & en s'éloignant de là elle va en croiſſant en raiſon quarrée des diſtances au centre. Cette épaiſſeur variable de la lame produit alternativement les accès de facile transmiſſion & réfléxion; & M. *Newton* a obſervé, que les intervalles de ces accés ſont, à très peu de choſe près, comme les racines cubiques des quarrés des longueurs d'un monochorde, qui donneroient les ſons diatoniques.

XI. M. *Deſaguliers* va plus loin, & repréſente ces accès, dans les Transactions Philoſophiques, par une courbe ondulatoire, qui dans les points, où aboutiſſent les plus grandes ordonnées, auroit la proprieté de réflêchir la lumiere, & dans ceux des plus petites ordonnées de la transmettre parfaitement. Dans les points mitoyens, c'eſt tantôt

tôt une eſpece de rayons, tantôt une autre, qui ſera ou réflêchie ou transmiſe. Cette repréſentation ingénieuſe peut bien ſervir à comprendre l'ordre, qui régne dans les diverſes couleurs apparentes; mais perſonne ne s'imaginera, que *Newton* ait voulu par là expliquer la cauſe phyſique même du phénomene. Ce ſeroit en vérité une explication bien obſcure que de produire ces divers accès comme une cauſe phyſique: & l'on ſeroit beaucoup plus en droit d'exiger la cauſe de ces accés, que celle du phénomene même.

XII. Mais, outre qu'une telle explication ſeroit abſolument inſuffiſante, j'y remarque une ſuppoſition, qui me paroit tout à fait inſoutenable. M. *Newton* ſoutient que l'apparence des couleurs dans les Expériences alleguées, eſt cauſée par la réfléxion, ou bien que la ſurface colorée reflechit en certains endroits les rayons de la même couleur, pendant qu'elle transmet les rayons de toutes les autres couleurs. Il eſt vray que c'eſt ſur ce même principe, que *Newton* fonde l'explication des couleurs de tous les corps opaques; mais les raiſons rapportées pour ſoutenir cette ſuppoſition me paroiſſent trop foibles, pour qu'on les puiſſe admettre dans une recherche ſi importante.

XIII. Car comme j'ai remarqué dans ma Théorie ſur la lumiere & les couleurs, que nous ne voyons pas les corps opaques par des rayons réflêchis de leur ſurface, je ſoutiens par les mêmes raiſons, que les couleurs, que nous obſervons dans les bulles de ſavon, & en général ſur toutes les ſurfaces minces, qui ſont l'objet du phénomene dont il s'agit, ne ſont pas produites par des rayons réflêchis. Et partant ces mêmes raiſons renverſent entièrement l'hypotheſe des accès, ou de facile transmiſſion, ou de facile réfléxion des rayons; de ſorte qu'elle ne ſauroit être employée à expliquer ce phénomene, quand même d'ailleurs elle ne ſeroit aſſujettie à aucun inconvenient.

XIV. Pour faire voir, que ce n'eſt pas par des rayons réflêchis, que nous voyons les couleurs ſur les ſurfaces minces des Expériences rapportées, je remarque d'abord que ſi nos yeux étoient frappés par des

des rayons réflêchis de ces surfaces, nous ne devrions pas voir ces surfaces mêmes, mais plutôt les corps lumineux, desquels les rayons seroient originairement partis. Tout comme nous ne voyons pas la surface même d'un miroir, mais les objets, dont les rayons ont été réflêchis de la surface du miroir: donc, puisque nous sommes bien assurés, que nous voyons les surfaces de ces lames minces mêmes, & non pas les images d'autres corps, qui y jettent des rayons, nous devons conclure, que nous ne les voyons pas par des rayons réflêchis.

XV. Ensuite, lorsque nous voyons par des rayons réflêchis de quelque surface, ce n'est que dans une certaine situation, que nous recevons la même sensation; aussi-tôt que nous changeons de place par rapport à la surface réflêchissante, nous ne voyons plus la même chose. Deux personnes devant un miroir, si elles sont assés éloignées l'une de l'autre, y découvrent des objets bien différens. Or les couleurs, sur les lames minces, se voyent les mêmes à tout spectateur, en quel que situation qu'il se tienne par rapport à elles. Si cela n'arrive pas exactement dans la lame d'air renfermée entre deux verres, la raison en est la réfraction, que les rayons souffrent avant que de parvenir à nos yeux.

XVI. Outre cela, tout ce que nous voyons par des rayons réflêchis, nous n'en rapportons point l'existence sur la surface, qui réflêchit les rayons, mais à l'endroit de l'image, ou réelle, ou imaginaire, que les rayons réflêchis forment. C'est dans la Catoptrique où l'on enseigne à déterminer tant la figure & la grandeur que le lieu de cette image, qui selon la diversité de la surface réfringente peut tomber, tantôt en avant, tantôt en derriere d'elle, mais jamais sur elle même. Donc, puisque nous appercevons les couleurs dans les lames minces mêmes, c'est une nouvelle preuve, que nous ne les voyons point par des rayons réflêchis.

XVII. Nous voyons ordinairement tous les objets par des rayons divergens, qui étant partis d'un point du corps lumineux se ré-

pandent de toutes parts, comme les rayons d'une ſphère : & une petite portion de ces rayons, qui entre dans l'œil, peint ſur ſon fond une image ſemblable au point d'où ils ſont partis. Donc, puisque nous voyons les lames minces mêmes, il faut que les rayons, qui peignent dans le fond de l'œil l'image d'un point quelconque, partent de ce même point. Or, quelque raboteuſe qu'on conçoive la ſurface réflêchiſſante, on s'appercevra aiſément de l'impoſſibilité abſoluë de remplir cette condition : & en ſuppoſant la ſurface unie comme celle d'un miroir, il eſt plus clair que le jour, que la réfléxion ne ſauroit jamais produire ce phénomene.

XVIII. Les couleurs déterminées de ces lames rendent encore cette explication d'autant plus infructueuſe : car, comment feroit il poſſible qu'un point de cette lame ne réflêchit que les rayons d'une certaine couleur, & qu'il éteignit tous les autres, & cela de quelque côté que ſoient venus les rayons incidens ? & que les réflêchis ſe répandent encore de toute part ? Pour peu qu'on faſſe attention à toutes ces difficultés, on les trouvera abſolument inſurmontables ; & on ſera pleinement convaincu, que la viſion des couleurs ſur ces lames minces ne ſauroit en aucune façon être expliquée par la réfléxion des rayons. Et c'eſt par ces mêmes raiſons, que je crois avoir démontré, que la viſion de tous les corps opaques en général ne ſauroit être attribuée aux rayons réflêchis de leur ſurface.

XIX. Les Newtoniens, pour ſoutenir leur hypotheſe de réfléxion, alleguent bien certains corps reluiſans, dont la couleur eſt changeante, & dépend tant de l'illumination que du lieu du ſpectateur. Je tombe volontiers d'accord que la réfléxion y a beaucoup de part, & cela à cauſe de la variabilité même de l'apparence : mais de l'autre côté, où une telle variabilité n'a pas lieu, où l'on découvre conſtamment & de tous côtés la même couleur, on ſera obligé de m'accorder par la même raiſon, que cette conſtante uniformité ne ſauroit être l'effet de la réflèxion. J'ai fait voir dans ma Diſſertation ſur cette matiere, qu'il

y a

y a des corps opaques, qui participent tant de la nature des réfringens que des réflêchissans ; dont l'apparence par conséquent sera mixte.

XX. Il y a quantité de corps opaques, qui étant bien polis reluisent presque autant qu'un miroir, & nous représentent les objets, dont ils reçoivent les rayons. Personne ne doutera aussi, que cette représentation ne soit l'effet de la réfléxion, & la variabilité de cette apparence confirme plutôt les raisons que je viens d'alléguer. Mais on y découvre outre cela le fonds même du corps avec sa couleur naturelle qui n'est assujettie à aucun changement, comme les représentations causées par la polissure ; & c'est de cette vision que je prétends, qu'elle est incompatible avec la réfléxion. La double apparence de tels corps polis est aussi si bien distinguée, l'une étant changeante, l'autre permanente, que la cause de l'une doit être entierement differente de la cause de l'autre; donc, si l'une est l'effet de la réfléxion, l'autre aura une origine tout à fait differente.

XXI. Je ne veux pas aussi nier non plus, que les lames minces ne nous offrent souvent quelque apparence causée par la réfléxion des rayons: & lorsqu'on voit sur les bulles de savon les images des fenêtres & autres objets, comme dans un miroir, c'est sans doute l'effet des rayons réflêchis de leur surface: aussi ces apparences suivent-elles l'inconstance propre à la réflexion. Mais rien n'est plus aisé que de distinguer ces apparences variables du propre teint, dont nous voyons briller la surface de ces bulles, & qui n'est pas assujetti à une semblable inconstance. Comme il s'agit ici de l'explication de ce phénomene des couleurs, je crois pouvoir hardiment assurer, qu'il n'est pas causé par la réfléxion des rayons. Car, entant que nous y voyons aussi les images des objets, qui y jettent leurs rayons, c'est un phénomene que les lames minces ont de commun avec tous les corps polis, & qui ne dépend point de leur épaisseur, comme le phénomene singulier des couleurs.

XXII. Lorsque donc les lames minces nous paroiſſent colorées, il faut que l'organe de nôtre vuë ſoit affecté par des rayons de la même couleur, & que ces rayons partent de la ſurface même de ces lames : & puisqu'ils n'y ſont pas réflêchis, mais qu'ils en ſont répandus de toute part, il s'enſuit qu'ils y ſont engendrés, ou que chaque élement d'une telle ſurface ſoit mis en état de produire des rayons, tout comme nous ſavons, que les corps lumineux d'eux-mêmes jettent des rayons, qu'ils n'ont pas reçus d'autre part. Donc, quelle que ſoit la diſpoſition des particules d'un corps lumineux, qui le rend capables de répandre des rayons, je conçois une ſemblable diſpoſition dans les particules d'un corps opaque en général, & en particulier dans les lames minces, tandis qu'elles nous paroiſſent colorées.

XXIII. J'aurai donc les queſtions ſuivantes à examiner : 1°. Quelle eſt cette diſpoſition requiſe dans les particules d'un corps, qui le rend capable de répandre des rayons ? 2°. En quoi conſiſte la difference des couleurs ? ou pourquoi les rayons, qui y ſont produits, ſont tantôt rouges, tantôt bleus, tantôt d'une autre couleur ? 3°. Comment cette diſpoſition dépend de l'épaiſſeur de la lame mince ? ou pourquoi la lame, lorsqu'elle n'eſt pas aſſés mince, ne nous renvoye point de rayons, pendant qu'elle, étant renduë plus mince, nous paroit colorée ? & comment la diverſité de l'épaiſſeur produit des rayons de diverſes couleurs ? 4°. Enfin, je rendrai raiſon de toutes les particularités, qu'on obſerve dans les couleurs d'une lame mince ; ce qui ſera une ſuite naturelle des explications, que je donnerai des queſtions alléguées.

XXIV. Pour expliquer la première queſtion, il faut remonter à la genération même de la lumière : ſur laquelle il y a deux ſentimens. Suivant l'un, les corps lumineux dardent de leur ſubſtance avec une viteſſe incroyable une certaine matière ſubtile, en des lignes droites, qui nous repréſentent les rayons de lumière. Or, d'un côté les raiſons qu'on apporte pour ſoutenir ce ſentiment ſont ſi foibles, & de l'autre côté

côté les objections, dont on le combat, si fortes, que le meilleur parti, qu'on sauroit prendre, est de l'abandonner entièrement. Il est bien vray que ce sentiment reconnoit pour Auteur le grand *Newton*; mais il faut avouër, qu'il ne l'a nulle part prouvé par des raisons convaincantes: & quelque grande que doive être l'autorité de ce profond Physicien, elle ne sauroit être étenduë jusqu'à des hypothéses destituées de raisons suffisantes.

XXV. Sans parler de cette immense vitesse, dont les rayons seroient lancés toute part, & de l'épuisement infaillible, qui en devroit arriver dans le Soleil en peu de tems, en sorte que M. *Newton* lui même a été obligé de recourir aux Cometes, pour réparer de tems en tems cette considérable perte; je m'arrêterai uniquement à la raison qui semble avoir occasionné ce sentiment. M. *Newton* a voulu, que tout l'espace entre le Soleil & les Planetes fût entièrement vuide pour que les Planetes n'y rencontrent aucune résistence. Ayant donc banni l'éther, il a été obligé de soutenir que les rayons émanent immédiatement du Soleil, & qu'ils en soient dardés partout avec cette prodigieuse vitesse. Or, au lieu du vuide, qu'il avoit en vuë, il remplit par cette maniere tout l'espace avec la matiere du Soleil, qui étant outre cela agitée avec cette terrible vitesse, ne sauroit manquer de troubler beaucoup plus le mouvement des Planetes & Cometes, qu'il n'auroit eu à craindre de la part de ce milieu tranquille & extrèmement subtil, qu'on nomme l'éther.

XXVI. Mais, quand même nous passerions ces grandes difficultés, & que nous accorderions que les rayons traversent le vuide avec cette inconcevable impétuosité; seroit-il bien possible, qu'ils pourroient pénétrer les corps transparens avec une pareille rapidité? De quelque maniere que nous nous figurions ce passage, il faudroit absolument que ces corps eussent selon toutes les directions possibles des pores disposés en lignes droites, qui formassent des canaux par lesquels les rayons pourroient librement passer. Or une telle structure en-

enleveroit aux corps toute matiere, & toute liaiſon entre leurs parties, quand même ils en auroient. Toutes ces objections priſes enſemble me paroiſſent fournir une démonſtration aſſés forte pour détruire ce ſentiment; & à moins que l'autre ſentiment, que je m'en vay examiner, ne ſoit aſſujetti à d'auſſi grands inconveniens, je ne crois pas qu'il ſoit raiſonnable de s'arrêter au premier.

XXVII. Selon l'autre ſentiment, on conçoit la production des rayons ſemblable à celle du ſon; comme celui-cy eſt produit par un tremblement, ou mouvement de vibration communiqué à l'air, il ſemble d'abord raiſonnable que la Lumiere ait une ſemblable origine. On ſoutient donc que les moindres particules, qui compoſent le Soleil, ſont dans un mouvement de vibration continuel, qui ſe communique ſur le champ à l'éther voiſin, tout comme le tremblement d'une cloche imprime à l'air un mouvement ſemblable. La grande élaſticité de l'éther, jointe à ſa grande rareté, eſt en cauſe, que ce mouvement eſt propagé avec une viteſſe preſque inconcevable; & la même translation ſe fait auſſi par tous les milieux transparens: & ces ondes, ou battemens cauſés dans l'éther & les autres matiéres transparentes, conſtituent les rayons de la lumiere.

XXVIII. Par un tel mécaniſme produiſent auſſi la flamme & tous les corps lumineux des rayons; & de là il eſt clair ce qui eſt requis, pour qu'un corps produiſe ou jette des rayons. Il faut que ſes moindres particules ſoient miſes dans un mouvement de vibration extrèmement vif, pour cauſer dans l'éther, ou les autres milieux diaphanes, qui l'environnent, ce tremblement rapide, en quoi conſiſte l'émiſſion des rayons. Donc, toute cauſe capable d'imprimer aux particules d'un corps un tel mouvement vibratoire, le met auſſi en état de produire des rayons, & de les répandre tout autour de lui; & c'eſt par ces rayons qu'il devient viſible, entant que nôtre organe de vuë en eſt affecté, tout de même qu'un mouvement de vibration plus groſſier étant communiqué par l'entremiſe de l'air à nos oreilles, y excite le ſentiment d'un bruit ou d'un ſon.

XXIX. Ici on comprend aifément que la diverfité la plus effentielle dans les rayons de lumiere dépend de la rapidité du mouvement de vibration, qui fe trouve dans les particules du corps lumineux; c'eft à dire, du nombre des vibrations, qu'elles achevent dans un tems donné. Car, plus cette rapidité fera grande, plus auffi de battemens en recevra l'organe de vifion, & la fenfation fera differente; un plus grand nombre de vibrations excitées en même tems produira un autre effet dans le fond de l'œil qu'un nombre plus petit : & c'eft de cette difference, que provient la diverfité des couleurs. Or on conviendra aifément que, ni un mouvement trop lent, ni un trop rapide, foit capable d'exciter nôtre vifion, & qu'il y a de certaines limites, entre lesquelles le mouvement de vibration des rayons doit être renfermé.

XXX. Il fubfifte donc entre les couleurs la même difference, qu'entre les fons graves & aigus, & la diverfité des unes & des autres dépend de la rapidité du mouvement vibratoire. Nous fommes bien parvenus à connoître le nombre des vibrations dans un tems donné, qui forme chaque fon; mais quel eft le nombre requis pour former chaque couleur? C'eft une chofe qu'on n'a pas encore pû déterminer. Or c'eft de là qu'il faudroit tirer des définitions réelles des couleurs, en difant qu'une certaine couleur eft la fenfation d'un certain nombre de vibrations renduës dans l'efpace d'une feconde, dont le fond de l'œil eft frappé. Tout cela fera mieux éclairci par l'analogie, qui fubfifte entre la lumiere & le fon, à laquelle je ne m'arrêterai pas plus longtems, en ayant déjà parlé fuffifamment dans ma Théorie de la lumiere & des couleurs.

XXXI. Cela pofé, il eft clair, que pour rendre raifon des couleurs, que nous voyons fur une lame mince, il faut faire voir, pourquoi les particules, qui conftituent cette lame, font excitées à un mouvement de vibration? Or, quelle qu'en foit la caufe, nous concluons de là, que la caufe des couleurs apparentes fur une lame mince eft un certain mouvement de vibration, qui fe trouve dans les particules de la

la lame, & que la diverſité des couleurs dépend de la diverſe rapidité, dont les particules ſont agitées. Voilà la réponſe à la 1re & 2de question que j'ai rapportée cy-deſſus : paſſons donc à chercher la cauſe capable de produire dans ces particules un tel mouvement de vibration : c'eſt à quoi ſe réduiſent la 3me & 4me queſtion.

XXXII. Presque tous les corps ont un tel degré de reſſort, qu'étant frappés ils ſont mis dans un mouvement de vibration. Il y a des corps où le mouvement ſe fait ſentir à la vuë, en d'autres on le découvre par le bruit; & dans tous les chocs accompagnés d'un bruit on eſt ſeur, que les parties des corps choqués ſont miſes dans un mouvement de vibration. On a même calculé ce mouvement, que pluſieurs corps étant frappés doivent recevoir; & on ſait par la Théorie, combien de vibrations doit rendre dans une ſeconde une corde tenduë dont la longueur, le poids & la tenſion, eſt donnée. Plus la corde eſt courte, le reſte demeurant le même, plus auſſi le mouvement de vibration devient rapide, & cela enfin à un tel point, que le ſon n'eſt plus perceptible.

XXXIII. On a auſſi déterminé par la Théorie le mouvement de vibration d'une barre de métal ou de bois, & on a trouvé que le nombre des vibrations renduës dans une ſeconde ſuit la raiſon réciproque quarrée des longueurs. Ces vibrations ſe font ſentir par le ſon, qui en diminuant la longueur devient bientôt ſi aigu, qu'il n'eſt plus capable d'exciter l'organe de l'ouïe. D'où l'on tirera cette conſéquence, que les petites molecules d'une matière élaſtique ſont ſuſceptibles d'un mouvement de vibration, & que le nombre des vibrations renduës par ſeconde eſt d'autant plus grand, plus les molecules ſeront minces: & par conſéquent qu'en diminuant ces molecules jusqu'à un certain point, leur mouvement de vibration deviendra capable d'exciter des rayons de lumiere, & cela d'une certaine couleur, qui répond à la rapidité de leurs vibrations.

XXXIV. De là on comprend aiſément, pourquoi une lame de matiere diaphane fort mince devient propre à repréſenter une certaine couleur? & pourquoi la couleur change avec l'épaiſſeur de la lame, de ſorte que ſi l'épaiſſeur de la lame eſt variable, la couleur y varie auſſi? Car entant que la matiere eſt diaphane, elle eſt élaſtique, & entant qu'elle eſt fort mince, les molecules qui en forment l'épaiſſeur, étant ébranlées, produiſent un tel mouvement de vibration, qu'il faut pour exciter des rayons d'une certaine couleur. De plus, comme la rapidité dépend de l'épaiſſeur de la lame, on voit, comment les diverſes épaiſſeurs ſont accompagnées de diverſes couleurs.

XXXV. Il reſte donc ſeulement à expliquer, par quelle cauſe les molecules d'une lame mince peuvent être tellement ébranlées, qu'elles en ſoient miſes dans un mouvement de vibration. On voit bien qu'un choc rude, qui ébranleroit un grand corps, n'eſt pas propre pour produire un tel effet dans de ſi petites molecules; il les emporteroit plutôt tout entières ſans leur imprimer un mouvement de vibration: & comme une corde fort mince demande un coup plus ſubtil, qu'une corde groſſe, pour qu'elle rende un ſon, il eſt évident, que les petites molecules, dont il s'agit, demandent auſſi des chocs proportionnés à leur petiteſſe pour les ébranler: d'où l'on voit, que les forces ordinaires, dont on ſe ſert pour la production d'un ſon, ſont trop groſſières pour cet effet.

XXXVI. L'analogie entre le ſon & la lumiere nous conduit à la connoiſſance de cette cauſe. On ſait par expérience, & on en comprend auſſi aiſément la raiſon, que les cordes d'un inſtrument de Muſique ſonnent, & partant ſont miſes dans un mouvement de vibration, au bruit d'un ſon conſonant: ſavoir les tremblemens dans l'air ébranlent tant ſoit peu la corde, & ſi la corde eſt accordée à un ſon conſonant, elle reçoit préciſément après chaque vibration une nouvelle impulſion, de ſorte que dans ce cas toutes les impreſſions concourent à exciter dans la corde le mouvement de vibration qui lui eſt propre, &

qui produit le ſon. C'eſt donc la conſonance d'un bruit avec le ſon d'une corde, qui fait ſonner la corde.

XXXVII. Pour mieux comprendre cet effet, qu'on conçoive un pendule à ſecondes, qui ſoit d'abord en repos: qu'on choque ce pendule tant ſoit peu, & il en ſera porté à des oscillations extrèmement petites, qui ſoient même inſenſibles. Mais, ſi ce même choc, quelque petit qu'il ſoit, eſt réïtéré préciſément après chaque ſeconde, les oscillations deviendront continuellement plus grandes, & bientôt aſſés ſenſibles. Le même effet arrivera à peu près, ſi les petits chocs ſont répétés après deux ou trois ou quatre ſecondes, puiſqu'alors chaque choc tend à augmenter le mouvement du pendule: & ſi les chocs ſont réïterés après chaque demi-ſeconde, l'effet ſera encore à peu près le même, mais plus foible, puisque quelques chocs tendent alors à détruire l'effet produit par les autres: & en général on voit, pourvû que les intervalles entre les chocs ſoient commenſurables à une ſeconde, que le mouvement du pendule en doit être augmenté.

XXXVIII. De là on comprendra qu'une petite molecule propre à recevoir un certain mouvement de vibration, y ſera auſſi portée, par une répétition continuelle de chocs presque infiniment petits, lorsque les intervalles de tems entre ces chocs ſont égaux au tems d'une vibration de la molecule, ou qu'ils y tiennent un rapport commenſurable: & on comprend auſſi, que plus ce rapport ſera ſimple, plus auſſi vigoureuſement la molecule ſera excitée à rendre des vibrations: de ſorte que par là elle ſera bientôt miſe en état de produire des rayons, qui la rendront viſible avec une certaine couleur, qui convient avec la rapidité de ſes vibrations.

XXXIX. Voilà donc le mécaniſme par lequel je m'imagine, que les molecules d'une lame extrèmement mince ſont excitées à ce mouvement de vibration, qui eſt requis pour former des rayons, & pour les rendre par ce moyen viſibles avec la couleur qui leur eſt propre. Mais d'où viennent ces petits chocs capables de produire cet effet? C'eſt la ques-

question à laquelle aboutit toute ma recherche. Or je trouve ces chocs dans les rayons de lumiere, qui tombent sur la lame en l'éclairant; & je crois que les agitations, dont les rayons sont composés, produisent sur les petites molecules le même effet, qu'un son harmonieux sur une corde tenduë, de sorte que la molecule étant éclairée cause elle-même des rayons, qui la rendent visible.

XL. J'ai déjà soutenu par les mêmes argumens, que nous voyons tous les corps opaques par ce même mécanisme, plutôt que par des rayons réflêchis. La lumiere qui éclaire ces corps, est la cause physique, dont les particules sont mises dans un mouvement de vibration, qui répond à leur ressort & leur grosseur: & c'est de ce mouvement de vibration que naissent les rayons, par lesquels nous voyons les corps opaques. J'ai fortifié ce sentiment par tant d'autres raisons, que je me flatte de l'avoir porté à un tel degré de vraisemblance, qu'il ne lui manque que fort peu pour devenir une démonstration rigoureuse: & partant je crois que cette même cause à l'égard des lames minces est suffisamment prouvée.

XLI. De là on comprend d'abord, pourquoi ces mêmes lames, avant qu'elles soyent devenuës assés minces, ne paroissent point colorées: car les molecules, ou parties de matiere, qui constituent alors leur épaisseur, sont encore trop grandes, & par conséquent leur mouvement de vibration, dont elles sont susceptibles, trop lent pour former des rayons: d'où elles, ou ne seront point du tout agitées par les rayons de lumiere qui les éclairent, ou quand même elles le seroient, ce mouvement seroit trop lent pour exciter des rayons. Dans cet état la lame n'aura donc que la propriété des corps transparens, en transmettant la lumiere sans être visible elle-même.

XLII. Or, quand la tenuité de la lame aura atteint le degré, que ses molecules soient assés petites pour recevoir un mouvement de vibration si rapide, qu'il faut pour irriter le sens de la vuë; les rayons de lumiere qui y tombent, & éclairent la lame, exciteront actuellement ce

ce mouvement de vibration, d'où résultent des rayons propres à chaque molecule, qui la rendent visible à la vuë sous une certaine couleur qui répond à la rapidité de ses vibrations. Si la lame n'est pas partout de la même épaisseur, la couleur deviendra aussi differente, puisque le mouvement vibratoire depend de l'épaisseur, comme j'ai déjà remarqué; & c'est la raison, pourquoi on observe sur une telle lame plusieurs couleurs distinguées, & rangées par bandes, ou droites, ou courbées, selon que l'épaisseur de la bande varie.

XLIII. Cependant il peut arriver que la même couleur paroisse sur des endroits de la lame, où l'épaisseur est differente. Car, puisqu'une couleur déterminée dépend du nombre des vibrations renduës dans un certain tems, par exemple dans une seconde, il est évident que si ce nombre étoit double ou sous-double, la couleur seroit bien différente, mais elle ressembleroit si fort à celle-là, que nous ne l'en saurions presque distinguer. Il y auroit la même différence, que nous appercevons dans les sons, qui different entr'eux d'une ou de plusieurs octaves; & comme on donne à ces sons, à cause de leur ressemblance, le même nom, c'est aussi la raison pourquoi on impose le même nom à des couleurs, dont le nombre de vibrations varie en raison doublée.

XLIV. Ainsi, quel que soit le nombre des vibrations renduës dans une seconde, qui excitent en nous le sentiment de la couleur rouge, tout autre nombre qui en est le double ou sous-double, le quadruple ou sous-quadruple, l'octuple ou sous-octuple, &c. est aussi censé de produire la couleur rouge; quoique ce rouge soit véritablement différent du premier par rapport à la vivacité. Cependant on voit que cette multiplication en raison double ne sauroit aller à l'infini, mais qu'elle aura ses limites, & même assés bornées par rapport à nos organes de vuë, tout de même comme nous ne saurions appercevoir des sons, qui different entr'eux de trop d'octaves.

XLV. Donnant ainsi le même nom aux couleurs, dont le nombre de vibrations differe en raison double, toutes les couleurs, comme les

sons

ſons, ſe réduiſent dans l'intervalle de la raiſon double, ou d'une octave, de ſorte que ſi *n* marque le nombre de vibrations d'une ſeconde requis pour préſenter la couleur rouge, les nombres $\frac{1}{4}n$, $\frac{1}{2}n$, $2n$, $4n$, donneront la même couleur, & tous les nombres intermédiaires entre *n* & $2n$ produiront toutes les autres couleurs differentes entr'elles. M. *Newton* a déjà remarqué ce bel accord entre les ſons d'une octave & les diverſes couleurs, qu'il a même confirmé par les ordres des couleurs qu'on découvre ſur une lame mince, où les mêmes couleurs reviennent à pluſieurs repriſes.

XLVI. Car, ſi dans une lame mince l'épaiſſeur à un endroit eſt telle, qu'elle repréſente la couleur rouge, à toutes les autres épaiſſeurs auxquelles convient un nombre de vibrations, ou double, ou ſous-double, quadruple ou ſous-quadruple, &c. paroîtra encore la couleur rouge; mais partant avec une differente vivacité, tout comme les expériences nous l'aſſeurent évidemment. Entre deux telles limites de la même couleur devroient paroître toutes les autres couleurs differentes, à moins que toutes les épaiſſeurs mitoyennes ne ſe rencontrent dans la lame. Et quand on ne s'apperçoit pas de toutes les couleurs, comme dans l'arc en ciel, la raiſon en deviendra bientôt évidente.

XLVII. J'ai déjà inſinué que, pourqu'une molecule ſoit excitée au mouvement de vibration dont elle eſt ſuſceptible, il faut qu'elle ſoit éclairée par une lumiere de la même couleur, ou dont le nombre de vibrations ſoit commenſurable à celui de la molecule. Donc, s'il n'y avoit que des rayons rouges, qui éclairaſſent la lame mince, il n'y auroit que la couleur rouge, qui y paroîtra en diverſes bandes, & les autres couleurs ſeroient éteintes, à l'exception de quelques unes, qui tiennent à la rouge une raiſon aſſés ſimple, ou qui feroient avec elle pour ainſi dire une conſonance: cependant ces couleurs ne paroîtroient que fort foiblement, & l'eſpace de la lame entre les bandes rouges ſeroit presque entièrement deſtitué de couleurs. Or ce que je viens de dire de la couleur rouge, ſe doit entendre de toute autre couleur.

XLVIII.

XLVIII. Il eſt reconnu, que la lumiere du Soleil renferme des rayons de toutes les couleurs poſſibles : donc une lame mince étant éclairée par la lumiere du Soleil, toutes les particules ſuſceptibles d'un mouvement vibratoire, qui eſt capable de repréſenter quelque couleur, en feront ébranlées : & partant chacune devroit paroître avec la couleur, qui lui convient. Mais il faut conſidérer que deux parties contigues ne ſauroient avoir des vibrations differentes ; parce que le mouvement de l'une troubleroit celui de l'autre, d'où il doit arriver neceſſairement que le mouvement de pluſieurs ne ſera pas conforme à leur nature ; & c'eſt la cauſe pourquoi toutes les couleurs ne ſont pas repréſentées avec le même éclat, ſurtout là, où la lame n'eſt plus ſi mince.

XLIX. Dans l'expérience de *Newton*, où il a preſſé un verre convexe ſur un verre plan, dans le point du vray attouchement il n'a obſervé aucune couleur, ce point lui parût noir, ou ne renvoya point du tout de rayons; ce qui eſt très conforme à ma théorie, puisque l'épaiſſeur de la lame y évanouït entièrement. Autour de ce centre il a obſervé une tache blanchâtre; la raiſon en eſt, que les cercles des diverſes couleurs s'y approchèrent tellement, qu'on n'en pût diſtinguer la diverſité; or un mêlange de toutes les couleurs produit, comme on ſait, la couleur blanche. M. *Newton* marque bien entre le centre noir, & la tache blanche, un petit cercle bleu; mais je crois que c'étoit l'effet de la réfraction des rayons, qu'ils ont ſoufferte en paſſant du verre dans l'air.

L. Autour de cette tache blanchâtre il vit diſtinctement des cercles concentriques de toutes les couleurs; ils n'étoient plus ſi ſerrés comme auparavant, où ils ſe confondoient dans la tache blanche : il obſerva même deux ordres de couleurs renfermant le violet, le bleu, le verd, le jaune & le rouge : mais plus loin du centre quelques couleurs ſe perdoient, & les autres devinrent de plus en plus foibles : ce ne fut que le bleu, le verdâtre & le rougeâtre, qu'il put diſtinguer. A cette diſtance l'épaiſſeur de la lame devint déjà trop grande pour géné-

générer par ſes vibrations des rayons de lumiere, & ces foibles couleurs devoient s'empêcher entr'elles d'autant plus aiſément.

LI. Ces Expériences de *Newton* peuvent ſervir à décider une queſtion fort importante, dont j'ai fait mention dans ma conjecture phyſique ſur la propagation de la lumiere. Car étant aſſeuré, que la diverſité des couleurs ne vient que de la diverſe rapidité des vibrations; on demande ſi c'eſt la couleur rouge, ou la violette, qui eſt produite par un plus grand nombre de vibrations? J'avois cru d'abord, lorsque je compoſai ma Théorie de la lumiere & des couleurs, que la couleur rouge demande un plus grand nombre de vibrations, que la couleur violette, & cela parce que les rayons rouges ſouffrent une moindre réfraction que les violets. Et c'eſt de ce même principe que j'ai expliqué alors la diverſe réfrangibilité des rayons par rapport aux diverſes couleurs.

LII. Mais enſuite ayant examiné cette matiere plus ſoigneuſement, j'ai trouvé qu'on peut imaginer pluſieurs hypotheſes pour expliquer le même phénomene, dont j'ai examiné principalement deux. En embraſſant l'une il faut ſoutenir que les rayons rouges, ou ceux qui ſouffrent la moindre réfraction, ſont produits par un plus grand nombre de vibrations renduës en même tems, tout comme j'avois crû auparavant. Mais l'autre hypotheſe m'a appris, qu'il ſeroit poſſible, que les rayons produits par un moindre nombre de vibrations ſouffriſſent une plus petite réfraction. De là il ſuivroit le contraire que cy-devant, ſavoir que les rayons rouges ſont produits par un plus petit nombre de vibrations, que les violets: & cette hypotheſe me parut par d'autres raiſons plus probable que l'autre.

LIII. Il s'agit donc de décider entre ces deux hypotheſes, ſi la couleur rouge eſt cauſée par un plus grand nombre de vibrations ou par un plus petit, que la couleur violette? ce qui s'entend des couleurs d'un même ordre, ou quaſi d'une même octave. Or *Newton* ayant

ayant obſervé que les cercles colorés dans ſon expérience ſe ſuivoient dans cet ordre depuis le centre : le violet, le bleu, le verd, le jaune, & le rouge: ces couleurs ſe ſuccedant comme dans l'arc-en-ciel, il faut conclure qu'elles ſont du même ordre, & compriſes pour ainſi dire dans la même octave.

LIV. Il eſt donc évident par cette expérience que le rouge étant plus éloigné du centre que le violet, eſt produit par une plus grande épaiſſeur de la lame. Or une plus grande épaiſſeur étant ébranlée produit un moindre nombre de vibrations qu'une plus petite : d'où il faut neceſſairement conclure, que la couleur rouge eſt cauſée par un moindre nombre de vibrations, que les autres couleurs du même ordre, & que la couleur violette vient du plus grand nombre de vibration ; de ſorte qu'en comparant les couleurs avec les ſons, le rouge répond au ſon le plus grave, & le violet au plus aigû de la même octave. La derniere hypotheſe doit donc être cenſée la plus conforme à la vérité, & comme elle me parut d'abord plus probable, on la pourra admettre dans la Théorie de la lumiere, comme une vérité ſuffiſamment prouvée.



ME-